

電気式コーン貫入試験機構について

On the Mechanism of Electronic Cone Penetration Testing

○ 甲本 達也*・Mohamed Abo El-Hamad Rashwan**

Tatsuya KOUMOTO・Mohamed Abo El-Hamad Rashwan

1 はじめに

原位置における地盤調査法（サウンディング法）として電気式コーン貫入試験が多用されつつあり，本試験の機構もかなり解明されてきている。本報告では，これまでに電気式コーン貫入試験機構について解明されたものについて紹介し，その解析結果の適用性を検討する。

2 電気式コーン貫入試験機構解析

電気式コーン貫入試験法とは，コーン先端部において，コーン貫入抵抗 q_t ，間隙水圧 u_d ，及び土とシャフト表面との摩擦抵抗 f_s の3成分を電氣的に迅速にリアルタイムにモニターしながら得る試験法である。

電気式コーンの断面を図1に示す．コーン先端部の諸元は，コーン先端角 $\beta = 60^\circ$ ，底面積 $A_p = 10\text{cm}^2$ ，間隙水圧を測定するためのフィルターの位置はコーンの背後 35mm 以内と規定されている。

地盤中における電気式コーン周辺部の塑性域を図2示す。電気式コーンの場合，コーン底部断面の直径と上部のシャフト直径が等しいので杭とみなし，杭基礎の支持力理論を導入すると， q_t は次式で与えられる。

$$\begin{aligned} q_t &= s_u N_{cp} + \sigma_{v0} + (0.78-3.48) \alpha \\ &= N_{kt} s_u + \sigma_{v0} \end{aligned} \quad \dots (1)$$

ただし， s_u は不攪乱粘土の非排水せん断強度， N_{cp} は粘着力に関する杭の支持力係数（杭先端角 β ，杭先端部表面粗度 α ($=s_a/s_u$ ； s_a は粘土の付着力）及び相対根入れ深さ D/B_p の関数）， σ_{v0} は土被り圧， N_{kt} は電気式コーン係数である。

よって電気式コーン係数 N_{kt} は次式となる。

$$N_{kt} [= (q_t - \sigma_{v0}) / s_u] = N_{cp} + (0.78-3.48) \alpha \quad (\text{測定機関により異なる}) \quad \dots (2)$$

すべり線解析手法を用いた杭基礎の支持力解析によって得られた $\beta = 60^\circ$ の杭の支持力係数 N_{cp} の計算値は $D/B_p = 8$ では， $N_{cp} = 9.3$ ($\alpha = 0$) ~ 11.0 ($\alpha = 1$) である。さらに，通常のコーン表面の粗度を Koumoto and Houlsby¹⁾ が提案する $\alpha = 0.5$ 程度とみなすと，(2) 式の N_{kt} は次式のような値をとる。

$$N_{kt} = 10.2 + (0.4 \sim 1.8) = 10.6 \sim 12.0 \quad (\text{測定機関により異なる}) \quad \dots (3)$$

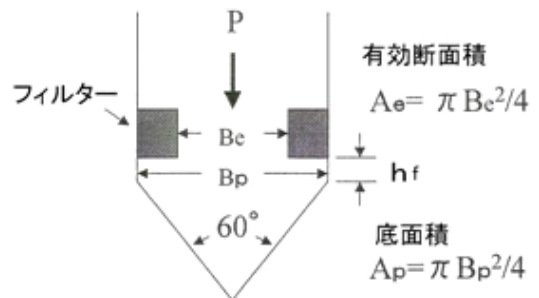


図1 電気式コーンの断面

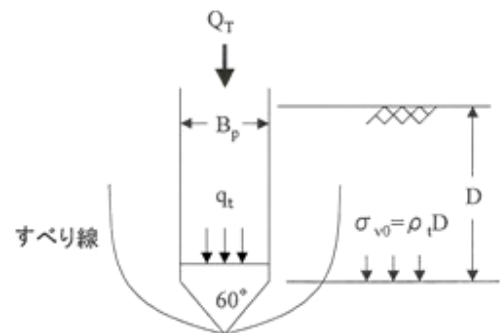


図2 電気式コーン周辺の塑性域

*佐賀大学農学部；Faculty of Agriculture, Saga University, **Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egypt；電気式コーン，非排水せん断強度，粘性土

特に，鋭敏性の粘土では，コーンシャフトに達した粘土は攪乱のための強度低下が大きいので，この部分における α は0.5より十分に小さい値となることが考えられる。この場合， N_{kt} は測定機関によらずほぼ， $N_{kt}=11.0$ となると考えて良い。したがって，電気式コーン貫入試験結果から飽和粘土の非排水せん断強さ s_u は次式で推定される。

$$s_u = (q_t - \sigma_{v0})/11 \quad \dots (4)$$

3 解析結果の適用性

電気式コーン貫入試験結果より(4)式を用いて s_u を推定するに際し，リアルタイムに s_u を得るためには飽和粘土の密度 $\sigma_{v0}(=\rho_t \cdot D)$ の値をリアルタイムに知る必要がある。

いま，コーン貫入試験時に得られる有効間隙水圧 u_d は飽和粘土の間隙率や透水係数の関数と考えられるので，透水係数がほぼ等しい粘土層では u_d はほぼ n_0 のみの関数となる。したがって u_d は ρ_t の関数となると考えてよい。図3は佐賀平野および諫早干拓地において電気式コーン貫入試験により得られた u_d と粘土地盤の密度 ρ_t との関係を示したものである。

図によれば， $u_d \sim \rho_t$ 関係はかなり精度良く次式で与えられる。

$$\rho_t = 2.65 - 1.30 \exp(-0.000732 u_d) \quad \dots (5)$$

図4は，佐賀地区と諫早地区で実施された電気式コーン貫入試験結果を用いて，(4)～(5)式により算定した s_u と土質実験により得られた粘土の非排水せん断強度 $s_u(=q_u/2)$ とを比較したものである。これによると、両者の関係は大変良く一致しており，本解析結果の適用性が確かめられる。

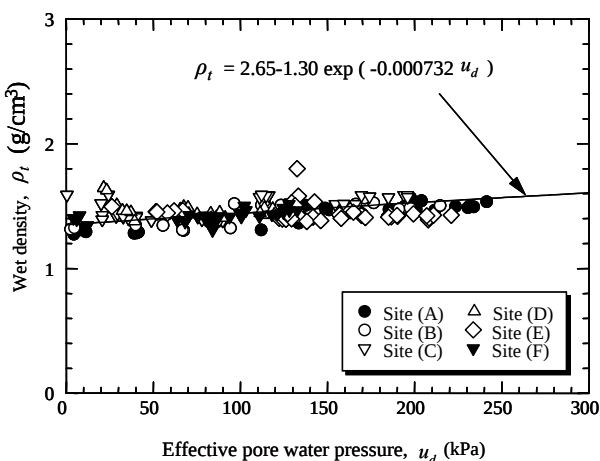


図3 u_d と ρ_t との関係

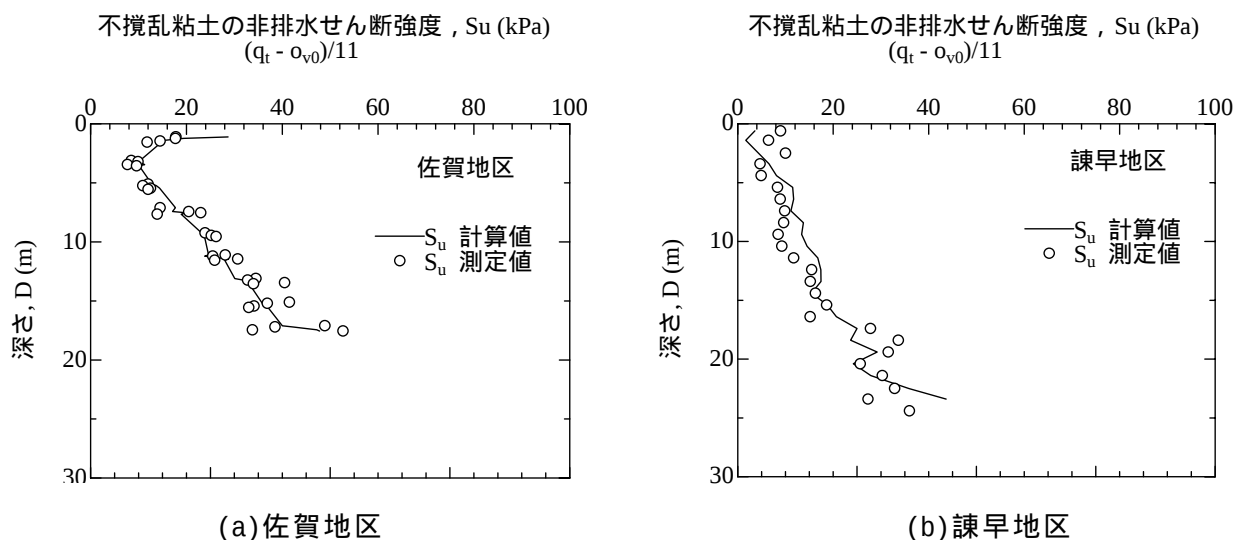


図4 電気式コーン貫入試験機構解析結果の適用性

引用文献

- 1) T. Koumoto and G.T. Houlsby (2001): Theory and practice of the fall cone test, Geotechnique, 51, No.8, 701-712.